地面数字电视单频网研究

摘　要：单频网的引入有效缓解和改善了广播电视频率日益紧张的局面。本文结合 DTMB 单频网多站点组网实例，提出采用延时、功率、天线下倾角度三种技术方案优化网络，取得了较好的覆盖效果。
关键词：DTMB；单频网；网络优化
中图分类号：TN943.6　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）03-051-02　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.03.021

文 / 熊壮

1. 单频网组网

单频网是指若干个发射台同一时间在同一个频率上发射同样的信号，实现对一定区域的覆盖，提高频谱利用率，网络覆盖质量好。

组建安全高效的单频网必须解决“同步”问题，同步主要通过 GPS 同步时钟参考源和 SFN 适配器来解决。

1. 1 频率同步

为确保接收设备稳定解码整个系统发射的信号，单频网中各发射机输出的信号频率应相同，这要求各发射机有很高的频率精度和稳定度。

1. 2 时间同步

为了使来自其他发射机的接收信号与欲接收信号之间的时延在接收机能够抵抗的时延范围内，要求系统内的各发射机时间必须严格同步，即同一个信号帧应该在相同的时刻被各个发射机发送。

1. 3 比特同步

单频网中各发射机在相同的时刻、发送相同的信号帧时要求对所有信号帧进行相同的调制。不同发射机不同时刻发射的信号帧应完全一致，不许存在允差。

地面数字电视单频网最大建站距离是单频网的重要参数，它决定了单频网的发射站点的选取、建设成本以及建网的复杂程度。地面数字电视单频网的最大基站间距主要取决于地面数字电视系统抗回波干扰的能力，系统如果可承受的回波延时越长，单频网基站间距离可以越大。下面是国标三种帧头格式下建站理论最大距离：PN420 帧头，L=16.67Km；PN595 帧头，L=23.61Km；PN945 帧头，L=37.5Km。

2. 多站点组建单频网实例

2015 年，湖南广电移动电视有限责任公司在湖南长沙地区进行四个站点单频网组网实践。

岳麓山：海拔 300m，天线安装高度 20m，与接收端平均相对高度约 280m，发射机功率 1KW。达摩岭：海拔 777m，天线安装高度 30m，与接收端平均相对高度约 750m，发射机功率 1KW。跳马：海拔 230m，天线安装高度 20m，与接收端平均相对高度约 200m，发射机功率 1KW。星沙：海拔 70m，天线安装高度 190m，与接收端平均相对高度约 210m，发射机功率 0.5KW。四基站间的关系如图 1。

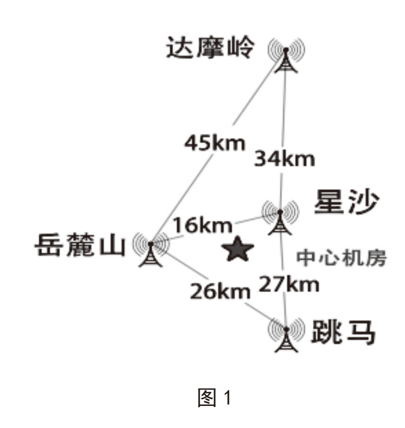


图 1

根据以上基站距离关系，结合国标单频网帧头格式最大距离的理论，可以看出，达摩岭、岳麓山、跳马及南岳 4 基站之间距离超出了 PN945 帧头格式下最大距离的理论值。每个基站根据海拔高度及铁塔高度的因素，其覆盖效果也不尽相同。四个基站未作任何网络优化下的实际覆盖效果如图 2。

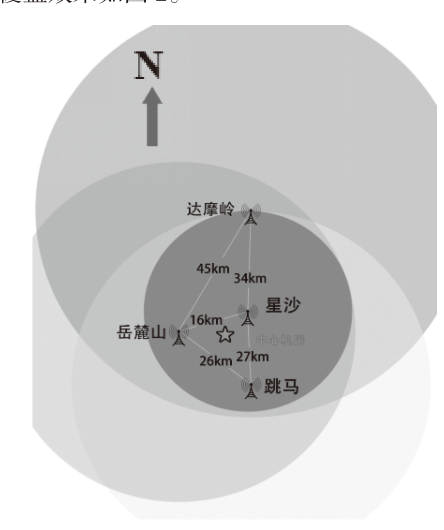


图 2

按照基站情况和每个基站实际覆盖效果，我们对重叠区域进行信号收测发现，虽然在信号重叠区场强强度达到接收标准，但未能解析节目码流信号，干扰严重，并且信号干扰区域随着各种自然因素在重叠区也不断发生位移。

3. 网络优化

在单频网络中，对网络同步具有严格要求，特别是当各个发射点间距大于保护间隔对应距离时，覆盖重叠区域容易产生网络干扰。

通常情况下，单频网网络优化有三种方式，即调整发射机发射功率、调整发射机延时、调整发射天线倾角度。在实际组网环境下，特别是当单频网中存在远超保护间隔的发射基站时，采用时延调整的方法完成优化部分重叠区时，使一些原本接收良好的区域产生新的干扰；另外，部分海拔高的基站采用调整功率的方法在消除覆盖重叠区干扰的同时存在有效覆盖面积缩小的问题。

经过技术探讨和多方论证，对以上四个基站采用调整天线下倾角与发射机延时的方案消除网络中的重叠区干扰，从而达到了网络优化的目的，使网络整体达到更好的覆盖效果。

（1）调整各基站发射距离。达摩岭基站发射天线东面其半功率角发射距离为 18km，南面满功率角发射距离为 18km；岳麓山基站发射天线四面天线半功率角发射距离全为 25km；跳马基站发射天线南、西、北三面天线半功率角发射距离全为 20km；南岳基站北面发射天线满功率角发射距离为 63km；星沙基站由于功率等级及所处地理位置，不做调整。

（2）调整天线方位角度。以下对达摩岭基站为例，根据要求覆盖距离计算天线需调整角度。图 3 为达摩岭基站垂直面方向图，由此可知，此天线的半功率角为 5.2 度，满功率角为 14 度。另外，厂家提供其电气倾角为 1.2 度。

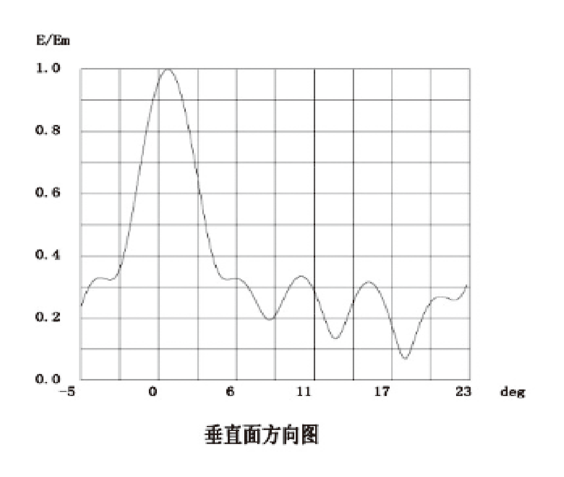


图 3

天线需要下倾角度（ θ ）= 半功率角或满功率角（ α /2 ）+ 需要发射距离角度（ β ）– 电气倾角（ c ）

各角度间关系，如图 4。

已知条件——与接收端平均相对高度 H，所希望得到的覆盖半径 R，天线垂直平面的半功率角 α，需确定天线倾角 θ。

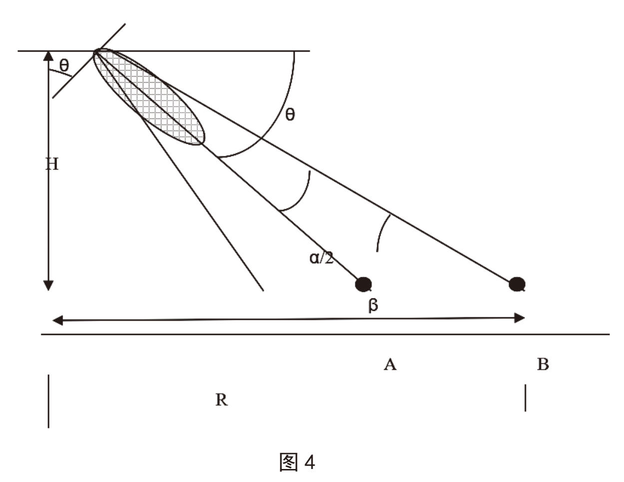


图 4

计算结果为：

东面天线下倾角度 θ = 5.2/2 + arctan（750/18000）– 1.2 = 3.78°

南面天线下倾角度 θ = 7/2 + arctan（750/18000）– 1.2 = 8.18°

结语

通过对各基站发射天线方位角度及发射机延时的调整，再次对重叠覆盖区域进行信号收测，发现基站覆盖场达到了预期效果，重叠覆盖区域信号收缩有度，满足了接收条件。针对个别小区域存在的一些“阴影覆盖”不能正常接收情况，可通过小型直放站做移频覆盖解决。总体衡量，本次调试较为成功，为将来 DTMB 单频网的组网积累了大量的经验。

（作者单位：湖南省益阳市广播电视台）